

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DE 04 101316

REC'D 12 AUG 2004

WIPO PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 31 579.9

**Anmeldetag:** 11. Juli 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Anpassung einer Fahrdynamikregelung  
an das Wankverhalten eines Fahrzeugs

**IPC:** B 62 D, B 60 K, B 60 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Juni 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Dzierzon

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

07.07.03 Ms

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5 Verfahren zur Anpassung einer Fahrdynamikregelung an das Wankverhalten eines Fahrzeugs

Stand der Technik

10 Wesentliche Ursache für das Kippen eines Fahrzeuges um seine Längsachse ist die auftretende Querbeschleunigung, die zu einer Wankbewegung des Fahrzeugaufbaus führt. Diese fällt je nach Beladungszustand unterschiedlich stark aus. Querdynamikregelungen können nur solche Kippunfälle verhindern, bei denen die hohe Querbeschleunigung aus Fahrervorgaben über Lenkrad und Fahrzeuggeschwindigkeit resultiert.

15 Aus der DE 101 35 020 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung und Behebung einer Umkipppgefahr bekannt. Diese Vorrichtung bzw. dieses Verfahren dient zur Erkennung und Behebung einer Umkipppgefahr eines mit einem Regelungssystem ausgestatteten Fahrzeuges um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse. Dieses Regelungssystem steuert mit seinen Ausgangssignalen entsprechend den Ausgangssignalwerten Aktoren an. Zur Erkennung der Kippgefahr wird eine die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe ermittelt. Diese die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe wird mit wenigstens einem charakteristischen Wert, insbesondere einem Schwellenwert, verglichen. Für den Fall, dass die Querdynamik des Fahrzeuges beschreibende Größe größer oder gleich dem charakteristischen Wert ist, wird die Menge aller möglichen vom Regelungssystem zur Stabilitätsregelung an die Aktoren abgebbaren Kombinationen von Ausgangssignalwerten eingeschränkt.

0 Vorteile der Erfindung

Da es häufig nicht auf die genaue Bestimmung der Schwerpunkthöhe ankommt, sondern bereits eine qualitative Aussage über deren Veränderung zur Anpassung der Fahrdynamikregelung ausreicht, ist es die Aufgabe dieser Erfindung, das in DE 101 35 020 A1 be-

5  
schriebene Verfahren um die Schätzung der Schwerpunktslagenänderung in z-Richtung auf Basis interner Schätzgrößen oder zusätzlicher Messgrößen (und daraus abgeleiteter Größen) zu erweitern. Dadurch werden für alle bezüglich der Kippgefahr wesentlichen Fahrmanöver und in allen zulässigen Beladungszuständen des Fahrzeuges Eingriffe des Fahrdynamikregelungssystems (z.B. ESP-Systems, ESP = „Electronic Stability Pro-gram“) genau dann und in angemessener Stärke ausgelöst, dass sie bestmöglich zu einer Stabilisierung des Fahrzeuges beitragen, ohne den Fahrkomfort unnötig zu beeinflussen.

#### 10 Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Figuren 1 und 2 dargestellt.

Fig. 1 zeigt die Struktur des Gesamtsystems.

15 Fig. 2 zeigt den Aufbau bzw. den Verfahrensablauf zur Ermittlung eines Wankindikators.

#### Ausführungsbeispiele

20 Kern der Erfindung ist die Nutzung ESP-interner Schätzgrößen oder zusätzlicher Messgrößen wie der Vertikalbeschleunigung oder der Wankrate und daraus abgeleiteter Größen für die Abschätzung der Schwerpunktslagenänderung in z-Richtung. Dabei wird durch die Auswertung von heuristischem Wissen über den Zusammenhang zwischen dem Lenkverhalten des Fahrers und der Rollbewegung des Fahrzeuges mit Hilfe der Fuzzy-Logik ein Wankindikator gebildet, der schließlich für die Freigabe stabilisierender Ein-  
15 griffe und die Festlegung ihrer Stärke herangezogen wird. Um im Alltagsbetrieb rasch die Wankstabilität zu lernen, können mit diesem Verfahren auch dynamische Fahrsituationen zur Schätzung der Schwerpunktshöhenänderung verwendet werden.

0 Damit wird das beladungsabhängige Wankverhalten des Fahrzeuges durch Applikation der entsprechenden Parameter so abgebildet, dass es stets zu bezüglich Zeitpunkt und Stärke angemessenen Stabilisierungseingriffen kommt. Dies gilt vor allem für Fahrmanöver, die sich – zumindest zeitweise - durch eine geringe Änderung der Querbeschleunigung oder des Lenkwinkels auszeichnen (z.B. Kreisfahrt im Grenzbereich mit langsam

zuziehender Lenkung, J-Turn). Die Struktur des Gesamtsystems ist in Zeichnung 1 veranschaulicht (bisher bereits vorhandene Komponenten sind gestrichelt dargestellt; Komponenten, die durch das neue Verfahren hinzu kommen bzw. erweitert werden, sind grau hinterlegt).

Als Eingangsgröße für die Schätzung der Schwerpunkthöhenänderung kann neben dem Lenkwinkel eine Größe (im Folgenden „Wankdynamikgröße“ genannt) genutzt werden, die entweder auf Basis

- Radschlupfbasierter Kenngrößen, wie z.B. den geschätzten Radaufstandskräften, oder
- gemessener Einfeldwege oder
- der gemessenen Vertikalbeschleunigung oder
- der gemessenen Rollrate

bestimmt wird. Der statische und dynamische Zusammenhang des Lenkwinkels mit mindestens einer Wankdynamikgröße wird mit Hilfe der Fuzzy-Methode abgebildet, indem unmittelbar eine Verknüpfung der einzelnen Größen und ihrer Gradienten vorgenommen wird. Zusätzlich kann man das Schwingungsverhalten der Wankdynamikgröße in einem begrenzten Zeitfenster berücksichtigen.

Dazu wird jeweils auf den Basismengen des Lenkwinkels (bzw. seines Gradienten) und der Wankdynamikgröße (bzw. ihres Gradienten), die als linguistische Variable aufgefasst werden, eine endliche Menge von linguistischen Werten definiert, denen Fuzzy-Mengen zugeordnet sind. Gemeinsam mit der Regelbasis, die den Zusammenhang zwischen einzelnen linguistischen Werten des Lenkwinkels und der Wankdynamikgröße modelliert, repräsentieren sie das Expertenwissen über den Zusammenhang zwischen Fahrervorgabe und Wankdynamik abhängig von der Schwerpunkthöhe. Mit Hilfe der aus der Fuzzy-Regelung bekannten Verarbeitungsschritte Fuzzifizierung und Interferenz werden Lenkwinkel und Wankdynamikgröße und deren Verlauf z.B. auf die linguistische Variable „Veränderung der Schwerpunkthöhe“ abgebildet. Die Basismenge dieser Variablen besteht z.B. aus den linguistischen Werten „(gegenüber Normalbeladung) unverändert“, „leicht erhöht“ und „stark erhöht“ (numerisch besonders einfach ist die nachfolgende Auswertung, wenn die Zugehörigkeitsfunktionen dieser linguistischen Werte Singletons sind). Durch Defuzzifizierung erhält man schließlich den Wankindikator-Rohwert Ko-

Wank\* (z.B. im Intervall  $[0...1]$ ), der ein Maß für die augenblickliche Kippneigung des Fahrzeuges ist (z.B. 0: Schwerpunkthöhe unverändert = Kippneigung normal; 1: Schwerpunkthöhe stark erhöht = hohe Kippneigung). Anstelle der Abbildung der Kippneigung auf eine kontinuierliche Grundmenge ist auch die Einordnung in mehrere diskrete Klassen denkbar („Fuzzy-Klassifizierung“).

Das beschriebene Schätzverfahren wird abhängig von Schwellwerten gemessener Fahrdynamikgrößen aus der normalen ESP-Sensorik gestartet oder beendet. Eine Vertrauensvariable  $V$  bewertet die Anzahl der Lernvorgänge und deren Zeitdauer während der Fahrt. Sie wird über ein Kennfeld mit dem Rohwert  $KoWank^*$  verknüpft (bei  $V=0$  muss  $KoWank=1$  sein, bei  $V=1$  ist  $KoWank=KoWank^*$ ) und ergibt so den Wankindikator  $KoWank$  (siehe Figur 2).

Besonders in Bezug auf die Kippstabilisierung ist es erforderlich, das unempfindlichere Eingreifen des Reglers nur dann durchzuführen, wenn mit großer Sicherheit das Wankverhalten korrekt gelernt wurde. Deshalb wird zum einen bei erkanntem Fahrzeugstillstand der Wankindikator mit dem Wert initialisiert, der auf jeden Fall zu einem umkippsicheren Fahrzeugverhalten nach dem erneuten Losfahren führt. Zum anderen wird durch eine Filterung von  $KoWank$  erreicht, dass bei langen Fahrten ohne ausreichende Lernphasen (z.B. Autobahnfahrten ohne Kurven) der Wankindikator auf den Wert gezogen wird, der zu einem empfindlichen Anregeln führt (im beschilderten Beispiel  $KoWankF=1$ ; siehe Zeichnung 2).

Der resultierende Wankindikator  $KoWankF$  wird nun dazu genutzt, ESP-Stabilisierungseingriffe entsprechend des Fahrzeug-Wankverhaltens freizugeben und in ihrer Stärke anzupassen: dies kann durch Veränderung der Anregelschwellen, durch Veränderung der Regelabweichung oder durch Abschwächung der intern berechneten Stellgröße geschehen (jeweils bezüglich Bremsen- und Motoreingriffe). Mit Hilfe des Wankindikators ist es auch möglich, dem Fahrer ab einer bestimmten Schwelle die erhöhte Wankneigung (und damit Kippgefahr) mittels einer Signallampe im Kombiinstrument zu signalisieren.

Kann eine über die normale ESP-Sensorik hinausgehende Messgröße verwendet werden, wird eine größere Schätzgenauigkeit erreicht. Alle Messgrößen, wie z.B. die Giergeschwindigkeit, können zusätzlich in das Verfahren einbezogen werden; werden sie nicht unmittelbar zur Schätzung verwendet, können sie der Plausibilisierung dienen.

## Ansprüche

5

1. Verfahren zur Regelung der Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass eine die Schwerpunktshöhe und/oder die Änderung der Schwerpunktshöhe qualitativ oder quantitativ beschreibende Größe in das Verfahren eingeht.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1.

10



07.07.03 Ms

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Zusammenfassung

Verfahren zur Anpassung einer Fahrdynamikregelung an das Wankverhalten eines Fahrzeugs

Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Regelung der Fahrdynamik eines Kraftfahrzeugs. Der Kern der Erfindung besteht darin, dass eine die Schwerpunktshöhe und/oder die Änderung der Schwerpunktshöhe qualitativ oder quantitativ beschreibende Größe in das Verfahren eingeht.

(Fig. 1)



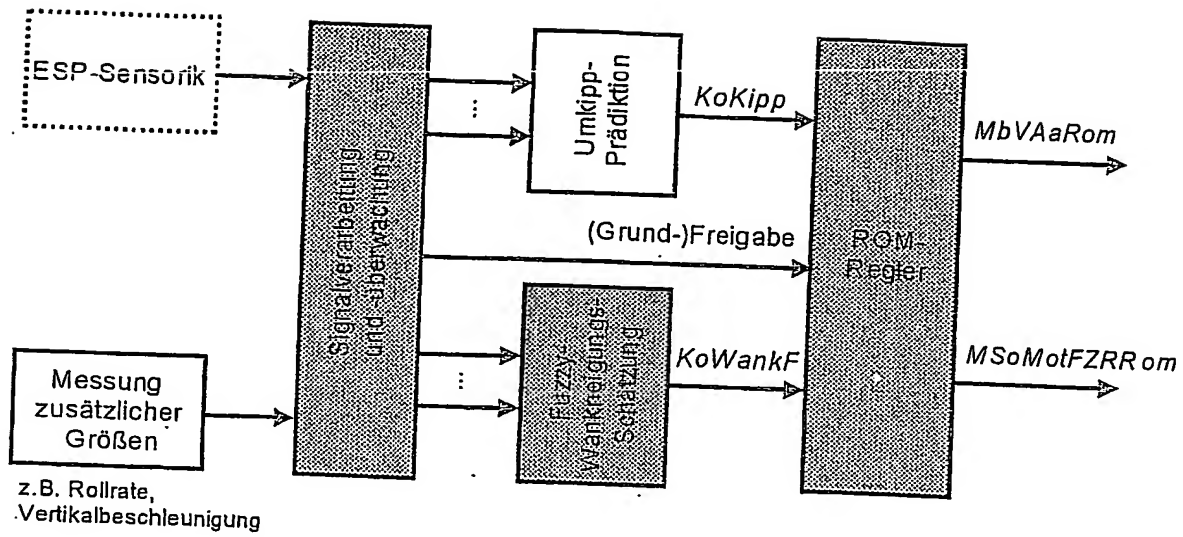


Fig. 1

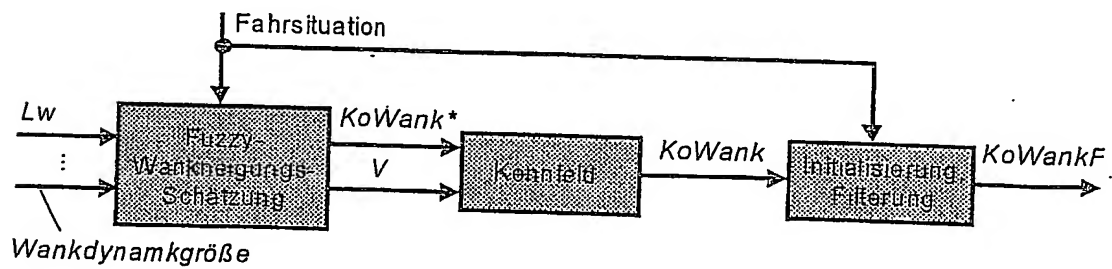


Fig. 2